# TRANSFORMADOR SEPARADOR PARA

# FILTRADO DE 3r ARMÓNICO

# TSA

## MANUAL DE INSTALACIÓN

## M-981231-01A

## 1 INTRODUCCIÓN

Es frecuente encontrar instalaciones con varios receptores monofásicos con rectificador de entrada. Tal es el caso de edificios de oficinas, bancos, estudios de televisión etc., donde se conectan equipos informáticos, cámaras, terminales, fax, etc.

Este tipo de instalaciones presenta una problemática peculiar, ya que se generan armónicos de orden tres y sus múltiplos, que aparecen sumados en el conductor neutro. Puede darse el caso paradójico que la corriente en el neutro sea incluso superior a la de las fases, incluso en el caso de un reparto perfecto de cargas entre las tres fases. Esto suele ocasionar disparos intempestivos de dispositivos de protección magnetotérmicos y sobrecalentamiento del conductor neutro de dichas instalaciones.

Los filtros **TSA** constituyen la solución idónea para estos casos , ya que el filtrado de tercer armónico por otros medios puede provocar saturación de transformadores y empeorar la situación. Los **TSA** consisten en un transformador separador trifásico, con conexión triángulo-estrella que filtra completamente la corriente de tercer armónico y un filtro pasivo de banda ancha que amortigua la del quinto y séptimo armónicos.

## 2 EMPLAZAMIENTO Y DIMENSIONADO DE LOS SEPARADORES TSA.

### 2.1 Dónde ubicar el TSA.

Es importante que el filtro esté ubicado lo más próximo posible a las cargas. No se recomienda la solución de un único filtro centralizado de gran potencia para compensar la instalación completa. Es mejor subdividir la instalación en filtros de menor potencia próximos a los centros de consumo monofásicos. La corriente aguas arriba del TSA estará prácticamente exenta de armónicos de orden múltiplo de tres.

### 2.2 Dimensionado de los TSA

Los transformadores TSA vienen caracterizados por su potencia en kVA. Para conocer la corriente que son capaces de suministrar debe aplicarse un factor de corrección que depende del factor de potencia de la carga , incluyendo los armónicos. Así pues , para calcular la potencia nominal de un TSA conociendo la corriente fundamental y los porcentajes de armónicos previstos debe aplicarse la siguiente fórmula:

$$S(VA) = 1{,}732 * U_C * I_1 * \sqrt{\sum_{1}^{n} (n * \frac{\%I_n}{100})^2}$$

Donde : $U_C$ es la tensión entre fases de secundario (habitualmente 220V o 230V)

$I_1$ es la corriente fundamental

$n$ es el orden del armónico

$\%I_n$ es el % de armónico $n$ (Incluyendo el 3r armónico que se va a filtrar)

FS es el llamado factor de sobrecarga y vale : $FS = \sqrt{\sum_{1}^{n} (n * \frac{\%I_n}{100})^2}$

**NOTA:** La corriente indicada en placa de características corresponde a la suma ponderada de la fundamental más todos los armónicos según la siguiente expresión $I_{nom} = I_{1*}\sqrt{\sum_{1}^{n} (n * \frac{\%I_n}{100})^2}$

## 3 DESCRIPCIÓN DEL FILTRO TSA. (Ver esquema)

El filtro separador TSA está formado por las siguientes partes:

**TRANSFORMADOR SEPARADOR:** Con las siguientes características:

> **Primario:** Conexión triángulo. **Bornes de entrada: U1, V1, W1, N, PE** (Ver esquema)
>
> **Secundario:** Conexión estrella, habitualmente con salida de 230 V entre fases , sin neutro. El centro de la estrella se conecta únicamente al conductor de tierra de protección (PE) **Bornes de salida: U2, V2, W2, PE ,** (Ver esquema)

**FILTRO LC:** Filtro de 5º armónico

**INTERRUPTOR AUTOMÁTICO TRIPOLAR DE POTENCIA:** Dimensionado de acuerdo a la potencia del TSA. Corta todo el equipo por el lado de primario. El interruptor dispara en caso de detectar fuga en el secundario.

**INTERRUPTOR MAGNETOTÉRMICO BIPOLAR DE MANDO: P**rotege el circuito de mando.

**RELÉ DIFERENCIAL:** Este relé protege el sistema de las posibles fugas en el circuito de carga (secundario del transformador). El relé estándar incorporado al TSA es ajustable de 30mA a 300mA y dispone de retardo regulable.

## 4 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Los filtros TSA se diseñan muchas veces bajo especificaciones especiales, no obstante las características técnicas esenciales son:

**Transformador**

Tensión de primario estándar ........................... 400 V entre fases
Tensión de secundario estándar ........................... 230 V entre fases
Tensión de cortocircuito ucc% ........................... 6%
Potencia kVA ........................... Según tipo
Norma constructiva ........................... EN 60 742

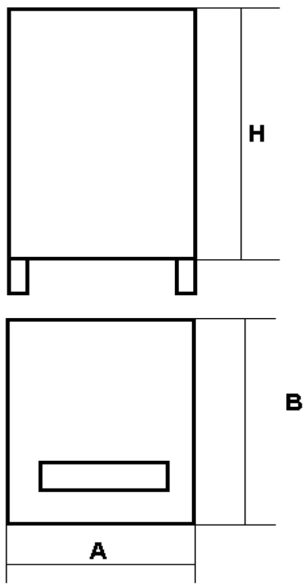
**Filtro**

Frecuencia de resonancia ........................... 225 Hz

### 4.1 Tipos y componentes (ver esquema)

| TIPO | TR (kVA) | L1 trifásica | C1 | RD | IA1 (A) | IA2 (A) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| TSA-10 | 10 | R-15-400 | CV-40-10 | WRTR-35/03 | 1 | 20 |
| TSA-20 | 20 | R-15-400 | CV-40-10 | WRTR-35/03 | 1 | 40 |
| TSA-30 | 30 | R-15-400 | CV-40-10 | WRTR-35/03 | 1 | 63 |
| TSA-40 | 40 | RB-30-400 | CV-40-20 | WRTR-35/03 | 1 | 80 |
| TSA-50 | 50 | RB-30-400 | CV-40-20 | WRTR-35/03 | 1 | 100 |
| TSA-80 | 80 | RB-30-400 | CV-40-20 | WRTR-35/03 | 1 | 160 |
| TSA-100 | 100 | RB-30-400 | CV-40-20 | WRTR-35/03 | 1 | 250 |

## 4.2 Dimensiones:




| TIPO | A | B | H |
|---|---|---|---|
| TSA-10 | 505 | 580 | 780 |
| TSA-15 | 505 | 580 | 780 |
| TSA-20 | 505 | 580 | 780 |
| TSA-30 | 740 | 880 | 1050 |
| TSA-40 | 740 | 880 | 1050 |
| TSA-50 | 740 | 880 | 1050 |
| TSA-80 | 740 | 880 | 1050 |
| TSA-100 | 740 | 880 | 1050 |

# 5 INSTALACIÓN Y CONEXIONES.

## 5.1 Recomendaciones importantes!

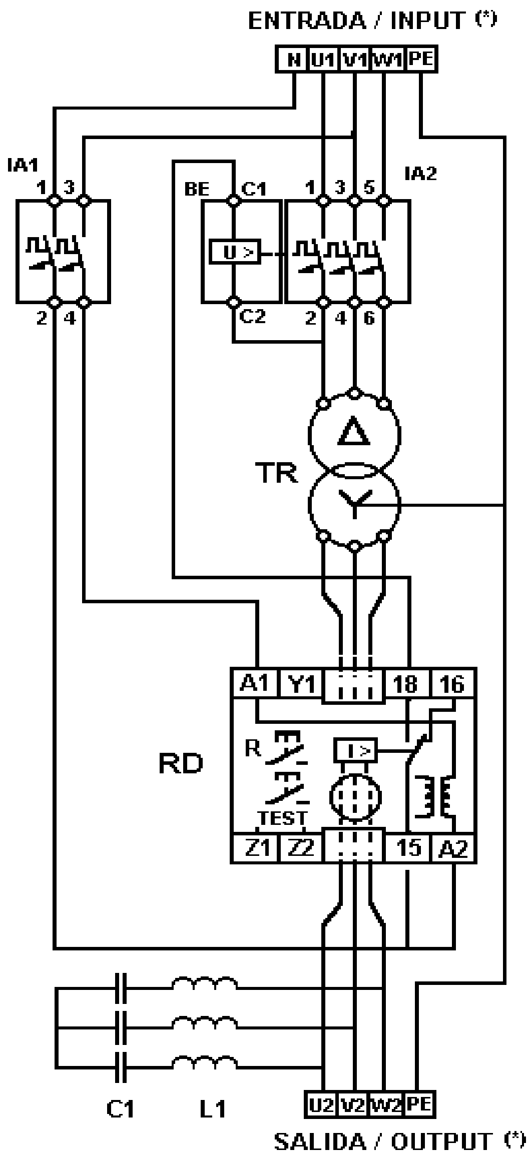
- Las cargas deben conectarse en el lado de secundario marcado como SALIDA / OUTPUT entre fases (U2-V2 , V2-W2 , W2-U2 , ver esquema)
- Para obtener la máxima efectividad del filtro TSA , las cargas deben conectarse de la forma más equilibrada posible entre los pares de fases (U2-V2 , V2-W2 , W2-U2 , ver esquema)
- No conectar nunca cargas entre una fase y el conductor de protección , PE.
- Las cargas que no producen armónicos múltiplos de 3, como alumbrado de incandescencia, calefacción, etc., no necesitan ser conectadas a la salida del TSA, con lo cual se evita sobrecargarlo. Pueden conectarse entre fase y neutro en el lado de primario.
- La conexión a la red debe hacerse por la regleta del lado indicado como ENTRADA / INPUT. Las tres fases se conectarán a U1, V1 , W1 y el neutro a N. **El neutro se emplea sólo para el circuito de mando y no debe conectarse al lado de carga**. (ver fig.1)
- El conductor de tierra de la instalación (verde-amarillo) debe conectarse al borne de entrada PE.
- La conexión de las cargas debe efectuarse por el lado indicado como SALIDA / OUTPUT , bornes U2, V2, W2 , sin utilizar neutro (Ver esquema)
- Téngase en cuenta que la salida es de 220 V entre fases. Por tanto todas las cargas deben conectarse entre dos fases. Si previamente las cargas se alimentaban entre fase y neutro , esto obliga a una redistribución de las cargas entre los pares de fases (U2-V2, V2-W2, W2-U2) , ver esquema.
- Como conductor de tierra para las cargas se tomará el ya existente , conectándolo al borne de salida marcado como PE
- Regular la sensibilidad del relé diferencial de acuerdo a las necesidades. La regulación debe dejarse a 30mA para potencias inferiores a 50 kVA y a 300mA para potencias superiores. Caso de disparo del relé , comprobar el buen aislamiento de los circuitos por el lado de carga.

**NOTA:** En las instalaciones con muchos terminales de informática puede ser necesaria una regulación superior , debido a que los filtros de EMI que incorporan presentan una pequeña fuga cada uno , que acumuladas pueden dar una corriente superior.

## 6 RECOMENDACIONES PARA EL MANTENIMIENTO.

- Comprobar periódicamente con el pulsador de test del relé diferencial , que éste actúa correctamente.
- Comprobar periódicamente que al ir añadiendo cargas no se sobrepase la potencia nominal del equipo.
- En caso de añadir cargas procúrese que el reparto entre fases sea lo más equilibrado posible. Repartir las cargas entre los pares de fases (U2-V2, V2-W2, W2-U2) , ver esquema

## 7 ESQUEMA




| Tipo<br>*Type* | S(kVA) | V1<br>Fase-Fase<br>*Ph to Ph* | V2<br>Fase-Fase<br>*Ph to Ph* | Frec<br>*Freq* |
|---|---|---|---|---|
| TSA-10 | 10 | 400 V | 230 V | 50 Hz |
| TSA-15 | 15 | 400 V | 230 V | 50 Hz |
| TSA-20 | 20 | 400 V | 230 V | 50 Hz |
| TSA-30 | 30 | 400 V | 230 V | 50 Hz |
| TSA-40 | 40 | 400 V | 230 V | 50 Hz |
| TSA-50 | 50 | 400 V | 230 V | 50 Hz |
| TSA-80 | 80 | 400 V | 230 V | 50 Hz |
| TSA-100 | 100 | 400 V | 230 V | 50 Hz |
| TSA-E-10 | 10 | Especial: Según especificaciones | | |
| TSA-E-15 | 15 | | | |
| TSA-E-20 | 20 | | | |
| TSA-E-30 | 30 | *Special: According to specifications* | | |
| TSA-E-40 | 40 | | | |
| TSA-E-50 | 50 | | | |
| TSA-E-80 | 80 | | | |
| TSA-E-100 | 100 | | | |

**RD:** Relé diferencial 30mA a 300mA
*Earth leakage relay , 30mA to 300mA*

**IA1:** Interruptor magnetotérmico , 6A
*Circuit breaker, 6A*

**IA2:**
**RC:** Interruptor automático. Calibre según la potencia nominal
*Circuit breaker. Size according to rated power*

**L1:**
**C1** Filtro 5$^{O}$ armónico
*5th harmonic filter*

# ISOLATION TRANSFORMER

# FOR 3$^{rd}$ HARMONIC FILTERING

# TSA

# INSTRUCTIONS MANUAL

# M-981231-01A

## 1 INTRODUCTION

There is a lot of electrical supply installations where most of the loads are single phase, supplying a rectifier plus a filter . This case is very common in office buildings, big stores, TV studies, where there is a lot of computers and electronic devices using DC supply.

In such installations there is a particular type of problem with harmonics of 3rd order and their multiples (called some times “the triplens”). The current of the triplens add on the neutral in phase, instead of adding like vectors at 120º. Because of that , the current at the neutral may be higher than the current at the phase cables, even in case that the three phases are perfectly balanced. This causes unexpected tripping of thermal protections and overheating of the neutral cables.

The **TSA** filters are the optimal solution to solve such problems , since the filtering of third harmonic by other types of passive filters may cause the saturation of transformers and may spoil the situation instead of improving. The basis of the **TSA** is a three phase D-Y isolating transformer, which eliminates the third harmonic upstream. At the output there is also a wide band passive filter to damp down the 5th and 7th harmonics.

## 2 LOCATION AND SIZE OF THE TSA FILTERS.

### 2.1 Where to locate the TSA?

It is important to locate the TSA as close as possible to the disturbing loads. Because of that we don’t recommend the solution of big centralized TSA filters to compensate the whole power distribution. It’s better to split up the filter in several smaller filters, placed as close as possible of the single phase lines causing the disturbances. In that way the currents upstream the TSA will be practically exempt of 3rd harmonic.

### 2.2 How to size the TSA?

The TSA filters are selected by its total power in kVA , but to calculate the current that they can deliver , a power factor correction must be applied. Such power factor depends on the distortion of the current that the TSA must supply downstream to the loads. To calculate the kVA of the TSA , the fundamental and the most significant harmonics to be supplied to the load side must be known and then the rated power may be calculated according to the following formula.

$$S(VA) = 1{,}732 * U_C * I_1 * \sqrt{\sum_1^n (n * \frac{\%I_n}{100})^2}$$

Where : $U_C$ is the phase to phase voltage at the secondary side (usually 220V or 230V)

$I_1$ is the fundamental current at the load side.

$n$ is the harmonic order

$\%I_n$ is the % of harmonic $n$ (Including the 3rd harmonic to be filtered)

The coefficient $FS = \sqrt{\sum_1^n (n * \frac{\%I_n}{100})^2}$ is named the “overload factor”

**REMARK:** The current written in the characteristics plate is the rated current given by the weighted addition of fundamental and all the harmonics as follows: $I_{1*}\sqrt{\sum_1^n (n * \frac{\%I_n}{100})^2}$

## 3 TSA FILTER DESCRIPTION. (See schematics).

The TSA filter is formed by the following parts :

**ISOLATION TRANSFORMER:** With the following characteristics.

> **Primary side:** Delta connection. **Input terminals: U1, V1, W1, N , PE** (see wire diagram)
>
> **Secondary side:** Star connection, usually with 230 V phase to phase. The neutral conductor is not used in the load. The star point is connected to the protection earth cable (PE). **Output terminals: U2, V2, W2., PE** (see wire diagram)

**LC FILTER:** 5$^{th}$ harmonic filter

**THREE PHASE POWER CIRCUIT BREAKER:** The size depends on the rated power of the TSA. The circuit breaker is placed at the primary side. The breaker trips in case that an earth leakage is detected at the secondary side circuit.

**SINGLE PHASE AUXILIARY SUPPLY CIRCUIT BREAKER:** This breaker protects the earth leakage relay and other auxiliary protection circuits.

**EARTH LEAKAGE RELAY:** This relay provides a protection in case of earth leakage at the load side. The standard protection relay is adjustable from 30mA to 300mA and has an adjustable delay.

## 4 TECHNICAL CHARACTERISTICS

TSA filters are often designed under particular specifications, but all of them have a set of common characteristics which are listed below.

**Transformer**

Standard primary voltage ........................... 400 V phase to phase
Standard secondary voltage........................... 230 V phase to phase
Short circuit voltage ratio ucc% ........................... 6%
Power kVA ........................... Depending on type
Constructive standards ........................... EN 60 742

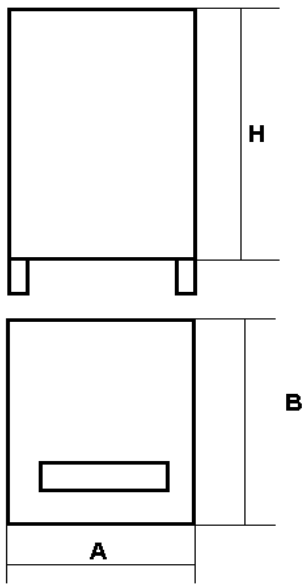
**LC Filter**

Resonance frequency ........................... 225 Hz

### 4.1 Types and components (see wire diagram)

| TYPE | TR (kVA) | L1 Three phase | C1 | RD | IA1 (A) | IA2 (A) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| TSA-10 | 10 | R-15-400 | CV-40-10 | WRTR-35/03 | 1 | 20 |
| TSA-20 | 20 | R-15-400 | CV-40-10 | WRTR-35/03 | 1 | 40 |
| TSA-30 | 30 | R-15-400 | CV-40-10 | WRTR-35/03 | 1 | 63 |
| TSA-40 | 40 | RB-30-400 | CV-40-20 | WRTR-35/03 | 1 | 80 |
| TSA-50 | 50 | RB-30-400 | CV-40-20 | WRTR-35/03 | 1 | 100 |
| TSA-80 | 80 | RB-30-400 | CV-40-20 | WRTR-35/03 | 1 | 160 |
| TSA-100 | 100 | RB-30-400 | CV-40-20 | WRTR-35/03 | 1 | 250 |

### 4.2 Dimensions:




| TYPE | A | B | H |
|---|---|---|---|
| TSA-10 | 505 | 580 | 780 |
| TSA-15 | 505 | 580 | 780 |
| TSA-20 | 505 | 580 | 780 |
| TSA-30 | 740 | 880 | 1050 |
| TSA-40 | 740 | 880 | 1050 |
| TSA-50 | 740 | 880 | 1050 |
| TSA-80 | 740 | 880 | 1050 |
| TSA-100 | 740 | 880 | 1050 |

## 5 INSTALLATION AND SET-UP.

### 5.1 Important remarks!

- Loads at the secondary side must be connected at the SALIDA / OUTPUT side phase to phase. (U2-V2 , V2-W2 , W2-U2 , see wire diagram)
- To get the maximum effectiveness of the TSA filter the loads must be as balanced as possible between the three possible pairs of phases (U2-V2 , V2-W2 , W2-U2 , see wire diagram)
- Never connect a load between a phase and the PE (protection earth) cable.
- Loads which do not produce 3$^{rd}$ harmonic, as incandescent lighting, heating, etc., do not need to be connected to the TSA output. They can be connected at the primary side between phase and neutral
- The TSA must be connected to mains by the side named ENTRADA/INPUT. The three phases shall be connected to U1, V1, W1and the neutral to N. **The neutral is used only as auxiliary supply for the protection elements. Do not connect it to the load side.** (see fig.1)
- Connect the PE terminal of the TSA to the protection earth cable in the existing installation.
- Loads to be filtered must be connected to the side named SALIDA/OUTPUT. Terminals U2, V2, W2 without the neutral (see wire diagram)
- **The 230 V output is phase to phase.** All the single phase loads must be connected phase to phase. If the TSA is mounted in an existing installation where loads were supplied between phase and neutral , a new distribution has to be made, trying to keep the maximum balance between the pairs of phases (U2-V2, V2-W2, W2-U2) , see wire diagram.
- The earth cable to be distributed to the load is the already existing earth , connected to PE
- Adjust the sensitivity and the desired delay for the earth leakage relay according to the load needs and the desired selectivity. For TSA units with rated power below 50 kVA , adjust in the

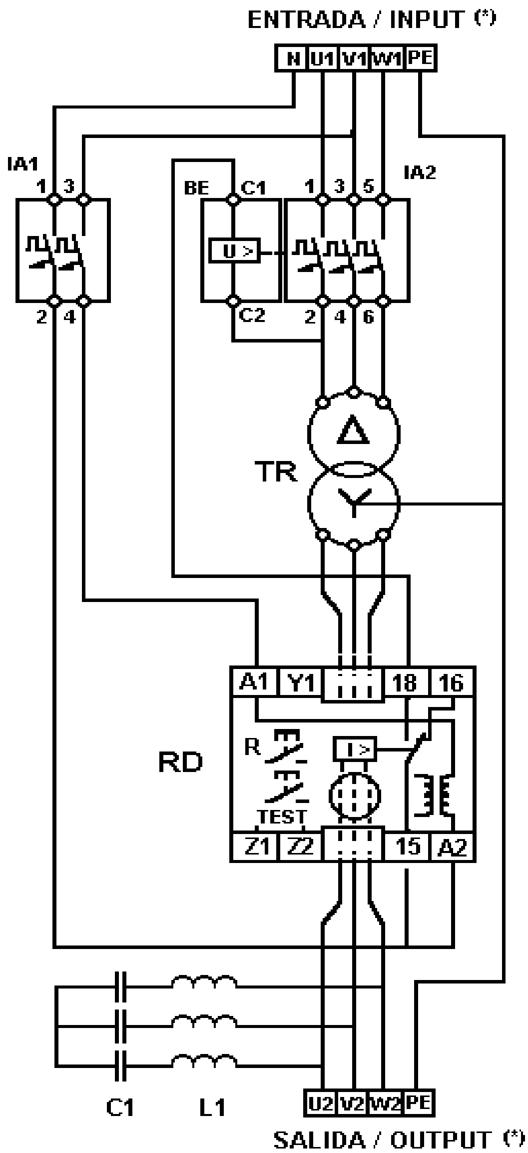
low range (30 to 100mA) For higher powers the threshold can be increased up to 300mA. In case that the relay trips, check the leakage current.

**REMARK! :** In case that the loads are mainly single phase supplying computers, printers, speed controllers , etc. , the trip threshold of leakage relay must be increased due to the EMI filters leakage.

## 6 TROUBLE SHOOTING AND MAINTENENCE.

- Check periodically that the earth leakage relay operates properly. Use the test push button of the relay.
- Check periodically that the rated power of the TSA is not surpassed because of the addition of new loads. (Take into account the overload factor due to harmonics)
- If new loads have to be added, take care of the load balance. Split the loads up in the three line pairs (U2-V2, V2-W2, W2-U2) , see wire diagram.

## 7 SCHEMATICS




| Tipo *Type* | S(kVA) | V1 Fase-Fase *Ph to Ph* | V2 Fase-Fase *Ph to Ph* | Frec *Freq* |
|---|---|---|---|---|
| TSA-10 | 10 | 400 V | 230 V | 50 Hz |
| TSA-15 | 15 | 400 V | 230 V | 50 Hz |
| TSA-20 | 20 | 400 V | 230 V | 50 Hz |
| TSA-30 | 30 | 400 V | 230 V | 50 Hz |
| TSA-40 | 40 | 400 V | 230 V | 50 Hz |
| TSA-50 | 50 | 400 V | 230 V | 50 Hz |
| TSA-80 | 80 | 400 V | 230 V | 50 Hz |
| TSA-100 | 100 | 400 V | 230 V | 50 Hz |
| TSA-E-10 | 10 | Especial: Según especificaciones *Special: According to specifications* | | |
| TSA-E-15 | 15 | | | |
| TSA-E-20 | 20 | | | |
| TSA-E-30 | 30 | | | |
| TSA-E-40 | 40 | | | |
| TSA-E-50 | 50 | | | |
| TSA-E-80 | 80 | | | |
| TSA-E-100 | 100 | | | |

**RD:** Relé diferencial 30mA a 300mA
*Earth leakage relay , 30mA to 300mA*

**IA1:** Interruptor magnetotérmico , 6A
*Circuit breaker, 6A*

**IA2: RC:** Interruptor automático. Calibre según la potencia nominal
*Circuit breaker. Size according to rated power*

**L1: C1** Filtro 5º armónico
*5th harmonic filter*